

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-068959

(43)Date of publication of application : 16.03.2001

(51)Int.Cl.

H03H 9/145  
H03H 9/64

(21)Application number : 11-240725

(71)Applicant : JAPAN RADIO CO LTD

(22)Date of filing : 27.08.1999

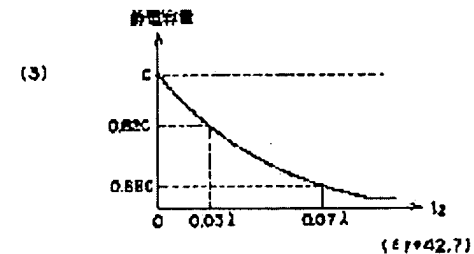
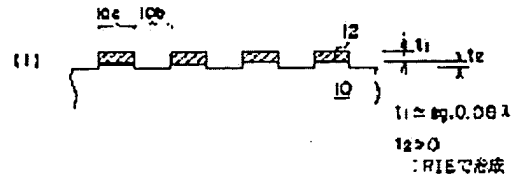
(72)Inventor : IIJIMA HIROAKI

## (54) SAW RESONATOR AND LADDER TYPE SAW FILTER USING THE SAME

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To realize a small capacitance by digging down portions existing between electrode fingers from a portion where the electrode fingers are provided.

**SOLUTION:** A portion 10b between electrode fingers 12 is dug down just for t2 in respect to a portion 10b where the electrode fingers 12 are formed. The t2 greater than '0' and formed by a technique such as reactive ion etching(RIE). By digging down the portion 10b between these electrode fingers 12, reducing action is generated in the value of an effective dielectric constant related to electrostatic coupling of the mutually adjacent electrode fingers 12. Namely, among the electric lines of force generated from an arbitrary electrode finger 12, the line passed through a piezoelectric substrate 10 is passes through the area of dielectric constant = 1, namely, in the air and the effective dielectric constant related to electrostatic coupling between the electrode fingers 12 is lowered. As a result, even without extremely reducing the number of electrode fingers or opening length, electrostatic coupling between two terminals can be made into small value.



(19) 日本国特許庁 (J P)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-68959

(P2001-68959A)

(43) 公開日 平成13年3月16日 (2001.3.16)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

識別記号

F I

テームト\* (参考)

H 0 3 H 9/145  
9/64H 0 3 H 9/145  
9/645 J 0 9 7  
Z

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 4 頁)

(21) 出願番号

特願平11-240725

(22) 出願日

平成11年8月27日 (1999.8.27)

(71) 出願人 000004330

日本無線株式会社

東京都三鷹市下連雀5丁目1番1号

(72) 発明者 飯島 寛明

東京都三鷹市下連雀5丁目1番1号 日本  
無線株式会社内

(74) 代理人 100075258

弁理士 吉田 研二 (外2名)

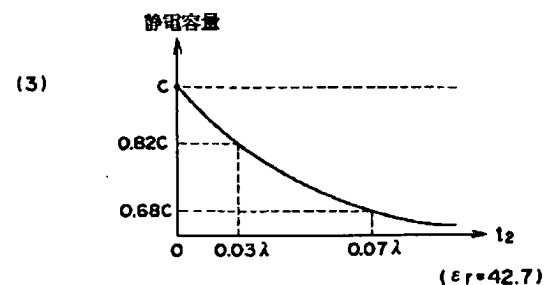
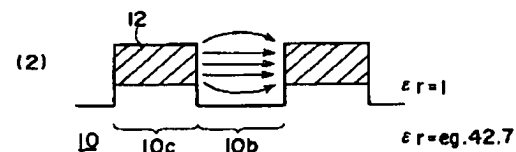
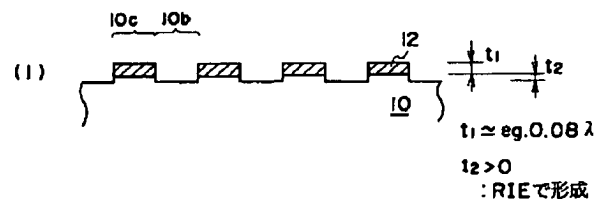
Fターム(参考) 5J097 AA20 AA28 BB02 BB11 CC02  
DD12 EE03 GG03 HA07 KK09

(54) 【発明の名称】 SAW共振子及びこれを用いたラダー型SAWフィルタ

(57) 【要約】

【課題】 電極指本数及び開口長をその実際的な下限以下に減らすことなく、2端子静電容量が従来よりも小さなSAW共振子を実現する。

【解決手段】 電極指12と電極指12の間の部分10bを、電極指12が設けられている部分に比べ、 $t_2$ だけ掘り下げる。電極指12間の静電結合に係る実効的な比誘電率が低下するため、 $t_2 = 0$ の例即ち従来技術に比べ2端子静電容量を減らすことができる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 圧電性基板上に形成され複数の電極指を指交差状に配置した構造を有するSAW共振子において、

圧電性基板の表面のうち、電極指と電極指の間に存する部分が、電極指が設けられている部分に比べ、掘り下げられていることを特徴とするSAW共振子。

【請求項2】 直列腕及び並列腕にそれぞれSAW共振子を配置したラダー型のフィルタであるラダー型SAWフィルタにおいて、

少なくとも、直列腕に配置されているSAW共振子が、請求項1記載の共振子であることを特徴とするラダー型SAWフィルタ。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、指交差状の電極配置を有するSAW共振子及びこれを用いたラダー型SAWフィルタに関する。

## 【0002】

【従来の技術】1ポートのSAW共振子は、図2(1)及び(2)に示すように、タンタル酸リチウム等の圧電性基板10の表面10aに、アルミニウム等から形成されるN本(N:2以上の自然数)の電極指12を、指交差状に配置した電極構造を有している。また、当業者に周知の事項であるため図示しないが、必要個数の反射器を付加する。端子14・端子16間の等価回路は、図2(3)に示すように、インダクタ及びキャパシタの直並列回路であるため、SAW共振子の特性には、共振周波数と反共振周波数とが現れる。

【0003】また、図3に示すように、複数の(図中5個の)共振子Res<sub>i</sub>(図ではi=1, 2, …5)をラダー型に接続した構成のフィルタが知られている。このフィルタの直列腕に属する共振子(Res<sub>2</sub>, Res<sub>4</sub>)の共振周波数を、並列腕に属する共振子(Res<sub>1</sub>, Res<sub>3</sub>, Res<sub>5</sub>)の反共振周波数とほぼ同一とすることにより、これら共振乃至反共振周波数の近傍に中心周波数が位置する帯域通過型のフィルタが得られる。図2に示したSAW共振子はその共振周波数と反共振周波数とが比較的近いという性質を有しているため、それを図3に示したラダー型フィルタを構成する各共振子Res<sub>i</sub>として用いることにより、狭帯域のラダー型SAWフィルタが得られる。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、従来の1ポートSAW共振子には、その端子間静電容量(2端子静電容量)を小さくするのに限界がある、という問題があった。即ち、図2に示したSAW共振子の端子14・端子16間の静電容量Cは、電極指12の本数及び相隣接する電極指12同士のオーバーラップA<sub>p</sub>により、次の式

$$【数1】 C = k \times A_p \times N$$

但しkは定数に従い与えられる。この式に表れている数値のうち、電極指本数Nを小さくすると複共振が発生するため図2(3)に示した等価回路では表すことができなくなり、フィルタ設計が困難になる。実際には、電極指12は100対程度が下限本数である。また、電極指12同士のオーバーラップ即ち開口長A<sub>p</sub>を小さくすると、表面弾性波の回折によりエネルギー伝搬が妨げられるため、開口長A<sub>p</sub>は少なくとも10λ程度は必要である(λ:通過域に属する表面弾性波の波長)。

【0005】本発明は、このような問題点を解決することを課題としてなされたものであり、電極指本数N及び開口長A<sub>p</sub>をその下限値以上に維持しながら、従来実現可能であった2端子静電容量よりも小さな静電容量を実現できるようにすることを、その目的とする。

## 【0006】

【課題を解決するための手段】このような目的を達成するために、本発明は、圧電性基板上に形成され複数の電極指を指交差状に配置した構造を有するSAW共振子において、圧電性基板の表面のうち、電極指と電極指の間に存する部分が、電極指が設けられている部分に比べ、掘り下げられていることを特徴とする。本発明は、また、直列腕及び並列腕にそれぞれSAW共振子を配置したラダー型のフィルタであるラダー型SAWフィルタにおいて、少なくとも、直列腕に配置されているSAW共振子が、本発明に係る共振子であることを特徴とする。

【0007】ここに、電極指と電極指の間に存する部分を掘り下げることが、電極指と電極指の間に存する誘電体(圧電性基板の一部)を除去することである。従って、本発明においては、従来に比べ、相隣接する電極指同士の静電結合に係る誘電率が実質的に低下することとなる。これによって、本発明においては、実現できる2端子静電容量の下限値を、従来よりも下げている。その際、電極指本数N及び開口長A<sub>p</sub>は、複共振や回折等に伴う問題が生じない程度の値に維持することができる。

## 【0008】

【発明の実施の形態】以下、本発明の好適な実施形態に関し、図面に基づき説明する。なお、図2及び図3に示した従来技術と同様の又は対応する構成には同一の符号を付し、説明を省略する。

【0009】図1に、本発明の一実施形態に係るSAW共振子、特に圧電性基板10の表面に形成した掘り下げt<sub>2</sub>及びその効果を示す。図中、10bで表されているのは電極指12とこれに隣接する電極指12との間の部分、10cは電極指12が形成されている部分である。本実施形態においては、電極指12と電極指12の間の部分10bが、電極指12が形成されている部分10cに対し、t<sub>2</sub>だけ掘り下げられている。t<sub>2</sub>は0より大きく、例えば、反応性イオンエッチング(RIE)等の手法により形成できる。なお、t<sub>1</sub>は電極指12の厚み

10

20

30

40

50

であり例えば0.08 $\lambda$ とする。圧電性基板10は例えば36°LT基板(比誘電率 $\epsilon_r=42.7$ )とする。

【0010】このように、本実施形態においては、図1(1)に示した如く電極指12と電極指12の間の部分10bを掘り下げている。この掘り下げによって、図1(2)に示すように、相隣接する電極指12同士の静電結合に係る実効的な比誘電率の値の低下という作用が生ずる。即ち、電極指12と電極指12の間の部分10bが掘り下げられているため、任意の電極指12から発せられた電気力線のうち、従来であれば圧電性基板10中を通過していたものが、比誘電率=1の領域即ち空気中を通ることとなり、電極指12間の静電結合に係る実効的な比誘電率が従来技術に比べ低くなる。その結果、電極指本数Nや開口長Apを極端に減らさずとも、2端子間静電容量を従来よりも小さな値とすることが可能となる。

【0011】図1(3)に、発明者が行った実験の結果を示す。この図に示すように、 $t_2=0$ 即ち従来技術の構造における2端子間静電容量をCと表した場合、 $t_2=0.03\lambda$ であれば0.82Cまで、 $t_2=0.07\lambda$ であれば0.68Cまで、2端子間静電容量を低減できた。

【0012】このように、本実施形態によれば、従来技術に比べ小さな2端子間静電容量を実現することができる。これを利用することにより、従来は電極指本数N又は開口長Apを極端に減らさなければ実現することができなかった特性のフィルタを実現することが可能になる。例えば、中心周波数1.8GHz、通過帯域幅30\*

\*MHzの5極帯域通過フィルタを図3に示した如くラダー型フィルタにより実現しようとする、並列腕に属する共振子の2端子間静電容量を3~4pF、直列腕に属する共振子の2端子静電容量を0.5~1.0pFとする必要がある。従来技術においては、0.5pFの2端子静電容量を有するSAW共振子を得るためには、電極指12を100対とするのであれば開口長Apを6.33 $\lambda$ という小さな値としなければならなかった。これに対して、本実施形態においては、開口長Apを10 $\lambda$ 程度に維持しながら、0.5pF程度の2端子静電容量を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の一実施形態に係るSAW共振子の構成及び効果を示す図であり、特に(1)は本実施形態における圧電性基板10の表面の掘り下げを示す断面図、(2)はこの掘り下げによる2端子静電容量の低減効果を示す概念図、(3)は発明者が行った実験の結果を示すグラフである。

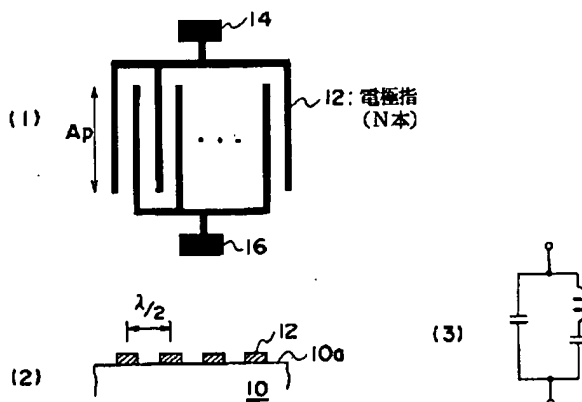
【図2】 SAW共振子の要部構成を示す図であり、特に(1)は電極指配置を示す平面図、(2)は電極指間隔を示す断面図、(3)は等価回路図である。

【図3】 ラダー型フィルタの構成を示す回路図である。

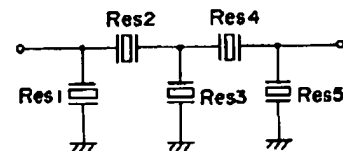
【符号の説明】

10 圧電性基板、12 電極指、10b 電極指と電極指の間の部分、10c 電極指が形成されている部分、 $t_2$  掘り下げの深さ、 $\lambda$  表面弾性波の波長、Res1~Res5 共振子。

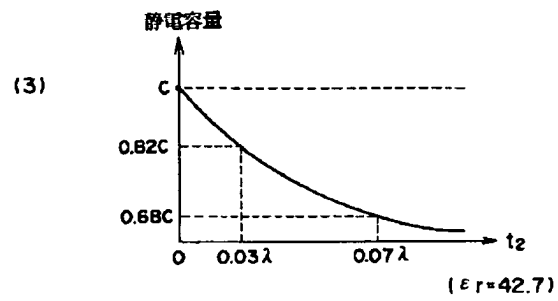
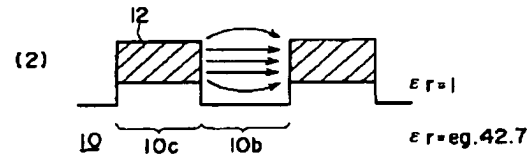
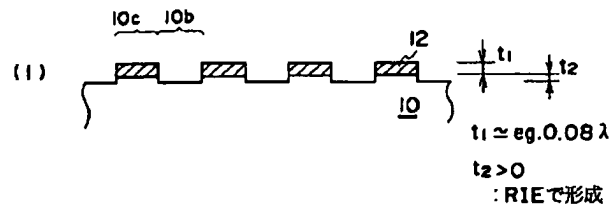
【図2】



【図3】



【図1】



**\* NOTICES \***

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

**CLAIMS**

---

[Claim(s)]

[Claim 1] A SAW resonator, wherein a portion which consists between electrode fingers among the surfaces of a piezoelectric substrate is investigated compared with a portion in which an electrode finger is formed in a SAW resonator which has the structure which was formed on a piezoelectric substrate and has arranged two or more electrode fingers to finger cross form.

[Claim 2] A rudder type SAW filter characterized by a SAW resonator arranged at a series arm being the resonator according to claim 1 at least in a rudder type SAW filter which is a rudder type filter which has arranged a SAW resonator to a series arm and a parallel arm, respectively.

**DETAILED DESCRIPTION**

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the rudder type SAW filter using the SAW resonator and this which have the electrode disposition of finger cross form.

[0002]

[Description of the Prior Art] The SAW resonator of a single port has the electrode structure which has arranged the N electrode fingers (N: 2 or more natural numbers) 12 formed in the surface 10a of the piezoelectric substrates 10, such as lithium tantalate, from aluminum etc. to finger cross form, as shown in drawing 2 (1) and (2). Since it is a matter of the common knowledge to a person skilled in the art, it does not illustrate, but the antenna reflector of a required number is added. Since the equivalent circuit between terminal 14 and the terminal 16 is a series parallel circuit of an inductor and a capacitor as shown in drawing 2 (3), resonance frequency and antiresonant frequency appear in the characteristic of a SAW resonator.

[0003] As shown in drawing 3, the filter of composition of having connected two or more resonators (inside of a figure five pieces) (a figure i= 1, 2, -- 5) Resi to the rudder type is known. By making resonance frequency of the resonator (Res2, Res4) belonging to the series arm of this filter almost the same as that of the antiresonant frequency of the resonator (Res1, Res3, Res5) belonging to a parallel arm, The band pass type filter with which center frequency is located near these resonance thru/or the antiresonant frequency is obtained. Since it has the character in which the resonance frequency and antiresonant frequency of the SAW resonator shown in drawing 2

are comparatively near, the rudder type SAW filter of a narrow-band is obtained by using as each resonator Resi which constitutes the ladder type filter which showed it to drawing 3.

[0004]

[Problem(s) to be Solved by the Invention]However, there was a problem that a limit was to make small electric capacity between the terminal (2 terminal electric capacity) in the conventional single port SAW resonator. That is, the electric capacity C between terminal 14 and the terminal 16 of the SAW resonator shown in drawing 2 is the following formula by the number of the electrode finger 12, and the overlap Ap of electrode finger 12 comrades which adjoins each other.[Equation 1] $C=kxAp \times N$ , however k are given according to a constant. Since double resonance will occur if the electrode finger number N is made small among the numerical values which appear in this formula, in the equivalent circuit shown in drawing 2 (3), it becomes impossible to express and a filter design becomes difficult. Actually, about 100 pairs of the electrode finger 12 are minimum numbers. Since energy propagation will be barred by the diffraction of surface acoustic waves if it is made small, the overlap Ap, i.e., the opening length, of electrode finger 12 comrades, the opening length Ap is required for  $10\lambda$  grade at least ( $\lambda$ : wavelength of the surface acoustic waves belonging to a pass band).

[0005]This invention is made considering solving such a problem as a technical problem, and it makes it the purpose to enable it to realize electric capacity smaller than 2 terminal electric capacity which was conventionally realizable, maintaining the electrode finger number N and the opening length Ap more than the lower limit.

[0006]

[Means for Solving the Problem]In order to attain such a purpose, this invention, In a SAW resonator which has the structure which was formed on a piezoelectric substrate and has arranged two or more electrode fingers to finger cross form, a portion which consists between electrode fingers among the surfaces of a piezoelectric substrate is investigated compared with a portion in which an electrode finger is formed. In a rudder type SAW filter which is a rudder type filter which has arranged a SAW resonator to a series arm and a parallel arm, respectively, this invention is characterized by a SAW resonator arranged at a series arm being a resonator concerning this invention at least again.

[0007]Investigating a portion which consists here between electrode fingers is removing a dielectric (a part of piezoelectric substrate) which consists between electrode fingers. Therefore, in this invention, a dielectric constant concerning an electrostatic bond of the electrode fingers which adjoin each other will fall substantially compared with the former. A lower limit of 2 terminal electric capacity realizable in this invention by this is lowered conventionally. In that case, the electrode finger number N and the opening length Ap can maintain to a value which is a grade which a problem accompanying double resonance, diffraction, etc. does not produce.

[0008]

[Embodiment of the Invention]Hereafter, the suitable embodiment of this invention is described based on a drawing. The same numerals are given to the composition which is the same as that of the conventional technology shown in drawing 2 and drawing 3, or corresponds, and explanation is omitted.

[0009]The SAW resonator concerning one embodiment of this invention especially the investigation t2 formed in the surface of the piezoelectric substrate 10, and its effect are shown in drawing 1. The portion between the electrode fingers 12 with which being expressed with 10b adjoins the electrode finger 12 at this, and 10c are portions in which the electrode finger 12 is formed among a figure. In this embodiment, the portion 10b between the electrode finger 12 and

the electrode finger 12 is investigated only  $t_2$  to the portion 10c in which the electrode finger 12 is formed.  $t_2$  is larger than zero, for example, can be formed with techniques, such as reactive ion etching (RIE).  $t_1$  is the thickness of the electrode finger 12, for example, is taken as  $0.08\lambda$ . Let the piezoelectric substrate 10 be for example, a 36-degree LT board (specific-inductive-capacity  $\epsilon_r=42.7$ ).

[0010] Thus, in this embodiment, as shown in drawing 1 (1), the portion 10b between the electrode finger 12 and the electrode finger 12 is investigated. By this investigation, as shown in drawing 1 (2), an operation called the fall of the value of the effectual specific inductive capacity concerning the electrostatic bond of electrode finger 12 comrades which adjoin each other arises. Namely, since the portion 10b between the electrode finger 12 and the electrode finger 12 is investigated, What had passed through the inside of the piezoelectric substrate 10 when it was the former among the line of electric force emitted from the arbitrary electrode fingers 12 will pass along the inside of the field of specific-inductive-capacity  $=1$ , i.e., air, and the effectual specific inductive capacity concerning the electrostatic bond between the electrode fingers 12 becomes low compared with conventional technology. As a result, it also enables \*\* not to reduce the electrode finger number  $N$  and the opening length  $A_p$  too much, but to make electric capacity between 2 terminals into a value smaller than before.

[0011] The result of the experiment which the artificer conducted is shown in drawing 1 (3). As shown in this figure, when  $t_2=0$ , i.e., the electric capacity between 2 terminals in the structure of conventional technology, was expressed as  $C$ , when it was  $t_2=0.03\lambda$ , when it was  $t_2=0.07\lambda$ , the electric capacity between 2 terminals has been reduced to  $0.68C$  to  $0.82C$ .

[0012] Thus, according to this embodiment, compared with conventional technology, the small electric capacity between 2 terminals is realizable. By using this, it becomes possible to realize the filter of the characteristic which was not able to be realized if the electrode finger number  $N$  or the opening length  $A_p$  was not reduced too much conventionally. For example, if a ladder type filter tends to realize as with the center frequency of 1.8 GHz and a pass band width of 30 MHz 5 pole band-pass filter was shown in drawing 3, 2 terminal electric capacity of the resonator which belongs the electric capacity between 2 terminals of the resonator belonging to a parallel arm to 3-4 pF and a series arm needs to be 0.5-1.0 pF. In conventional technology, in order to obtain the SAW resonator which has 2 terminal electric capacity of 0.5 pF, when making the electrode finger 12 into 100 pairs, the opening length  $A_p$  had to be made into the small value  $6.33\lambda$ . On the other hand, in this embodiment, 2 terminal electric capacity of about 0.5 pF can be obtained, maintaining the opening length  $A_p$  to  $10\lambda$  grade.